

Kosten unterschiedlicher Verfahren der Speisequarkherstellung

Von H. Wietbrauk, E. Krell und D. Longuet

Institut für Betriebswirtschaft und Marktforschung der Lebensmittelverarbeitung der
Bundesanstalt für Milchforschung, Kiel

1. Problemstellung

„Die Milchwirtschaft will höhere Preise für Speisequark erlösen“ lautet die Überschrift eines Artikels in der Lebensmittelzeitung vom 11. September 1987 (1). Begründet wird die Preisforderung mit der in der Bundesrepublik Deutschland gesetzlich verordneten Trockenmasseanhebung des Speisequarks von 17% auf 18% (2). Da diese Änderung zum 1. Januar 1987 bereits in Kraft trat und den Molkereiunternehmen lange vorher bekannt war, ist die Frage zu stellen, warum eine Änderung der variablen Kosten, von der alle Hersteller gleichermaßen betroffen sind, so schwer am Markt in entsprechende Preisanhebungen umzusetzen ist.

Eine mögliche Antwort wäre die Feststellung eines starken Preiswettbewerbs für ein Massenprodukt, für das erhebliche Überkapazitäten in der Produktion bestehen. Eine solche Antwort wäre vordergründig zwar korrekt, läßt aber die Tatsache außer acht, daß diese Konkurrenzsituation schon seit etlichen Jahren besteht. Zur befriedigenden Erklärung des Marktverhaltens muß also noch ein weiterer Faktor gefunden werden, der erst seit kurzem wirksam wird.

Da der weitaus wichtigste Kostenfaktor bei der Speisequarkproduktion der Rohstoff ist – selbst auf der Basis von Vollkosten ist mit einem Kostenanteil für den Rohstoff von über 60% zu rechnen (3, S. 68) –, sind durch eine Reduzierung des Rohstoffeinsatzes deutliche Preisspielräume möglich. Da gleichzeitig neuere Produktionsverfahren Ausbeuteverbesserungen versprechen und darüber hinaus in letzter Zeit über Kunstgriffe zur Reduzierung der Rohstoffkosten berichtet wird (1 und 4, S. 162), könnte damit durchaus ein gültiger Ansatz zur Erklärung des Marktverhaltens gefunden sein.

In der vorliegenden Arbeit soll daher recherchiert werden, inwieweit Ausbeuteverbesserungen verfahrensbedingt, d. h. im Rahmen legaler Maßnahmen, realisierbar sind und welche Kosten dabei entstehen. So können möglicherweise Erklärungen gefunden werden, warum es so schwer fällt, einheitlich die Preise entsprechend den gestiegenen variablen Kosten zu erhöhen.

2. Herstellungsverfahren

Zu den klassischen Verfahren der Speisequarkherstellung gehören das Sackverfahren und das Fertigungsverfahren. Beide werden heute nur noch in geringem Umfang angewandt, insbesondere, wenn es darum geht, Kleinstmengen zu produzieren oder Spezialprodukte mit besonderer Struktur und besonders hohem Trockenmassegehalt herzustellen. Für die Massenproduktion von Speisequark sind sie kaum noch im Einsatz.

Anfang der 60er Jahre wurden sie abgelöst durch das Separatorverfahren, das heute schon teilweise mit dem Adjektiv „traditionell“ versehen wird. Dieses Verfahren ist auch heute noch weit verbreitet, wobei es teilweise nicht mehr in reiner Form eingesetzt,

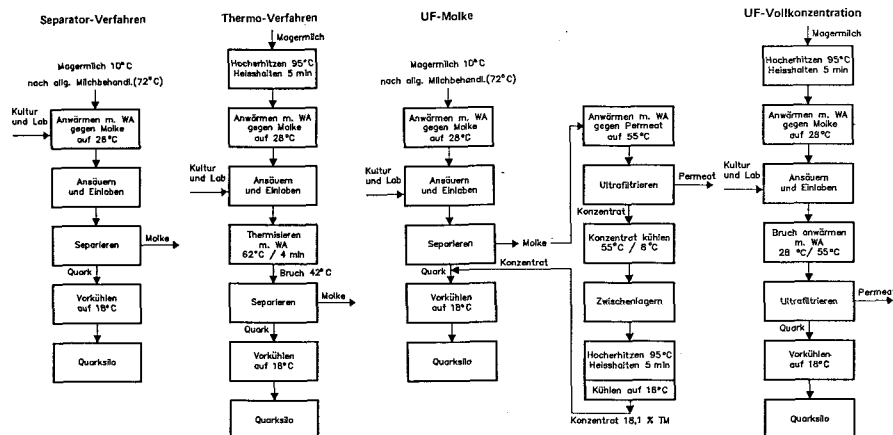


Abb. 1: Fließbilder gebräuchlicher Verfahren zur Speisequarkherstellung

WA: Wärmeaustausch

UF: Ultrafiltration

Literaturhinweise: (6) S. 554; (7) S. 1058; (10) S. 362; (11) S. 436, 438; (14) S. 12, 15.

sondern um bestimmte Prozeßführungen anderer Verfahren erweitert wird (z. B. Hocherhitzung der Kesselmilch entsprechend dem Thermoverfahren).

Die Prozeßführung des Separatorverfahrens sowie weiterer hier zur Diskussion stehender Verfahren wird in Abb. 1 dargestellt. Ausgangspunkt für das Separatorverfahren ist eine kurzzeitig erhitzte Magermilch, die bei 28 °C bis 30 °C angesäuert und anschließend eingelabt wird. Nach ca. 18 h ist ein entsprechender Säuregrad erreicht, der Bruch wird gut verrührt und direkt in den Separator geleitet. Es entstehen etwa vier Teile Molke und ein Teil Quark, der zur weiteren Bearbeitung auf 18 °C vorgekühlt und im Quarksilo zwischengelagert wird.

Die übrigen im Verfahrensdiagramm angegebenen Daten haben modellspezifischen Charakter und sind nicht allgemein verbindlich für das Separatorverfahren. So wird im Modell unterstellt, daß die Milch in einem Pasteur mit 94% Wärmerückgewinnungsgrad erhitzt wird und diesen bei einer Eintrittstemperatur von 6 °C mit 10 °C verläßt. Dieses Verlassen ist nicht wörtlich gemeint, sondern bedeutet lediglich, daß von diesem Punkt an die Kalkulation des Verfahrensvergleichs beginnt und die Anwärmung auf Einlabtemperatur bereits zu den verfahrensbedingten Kosten gehört. Die Anwärmung als solche erfolgt durch einen in den Pasteurisationsapparat integrierten Wärmeaustauscher, in dem Magermilch durch warme Molke und etwas zusätzlichen Dampf angewärmt wird.

Das Thermoverfahren unterscheidet sich im Produktionsablauf in 2 wesentlichen Punkten vom Separatorverfahren: Zunächst wird die Milch auf 95 °C hocherhitzt und 5 min heißgehalten, bevor sie mit der üblichen Einlabtemperatur dickgelegt wird. Vor der Separierung wird der gerührte Bruch noch einmal bei 62 °C für 4 min thermisiert und unter Ausnutzung des Wärmepotentials der Molke auf 42 °C Separierungstemperatur eingestellt. Die übrigen Verfahrensschritte sind gleich.

Das Thermoverfahren ist seit 1977 auf dem Markt eingeführt (5) und wird mittlerweile von einer großen Zahl von Molkereiunternehmen zur Quarkproduktion benutzt. Sein Vorteil ist darin zu sehen, daß mit relativ geringen investiven Mitteln eine deutliche

Verbesserung der Ausbeute im Vergleich zum Separatorverfahren erreicht werden kann (vgl. die nachfolgenden Erläuterungen zur Ausbeute bei Speisequark).

Auf der Informationstagung für Fachberater in der Milchwirtschaft 1981 wurde über zwölfmonatige Erfahrungen bei der Speisequarkproduktion mit Hilfe der Ultrafiltration von Molke berichtet (6). Hierbei wird zunächst konventionell nach dem Separatorverfahren gearbeitet und anschließend werden der Molke die verbliebenen Proteine mit einer Ultrafiltrationsanlage entzogen. Das gewonnene Proteinkonzentrat hat einen dem Endprodukt entsprechenden Trockenmassegehalt und wird dem Separatorquark zudosiert. Normalerweise erfolgt die Molkenverarbeitung im Batch-Processing, d. h., daß eine Zwischenlagerung des Konzentrates und eine anschließende Wärmebehandlung am nächsten Tag vor der Zugabe zum Separatorquark erforderlich werden. Dieses Verfahren wird mittlerweile von einer nennenswerten Anzahl meist recht großer Speisequarkhersteller angewendet.

Beim vierten Verfahren wird kein Separator benötigt und der Speisequark ausschließlich über eine Ultrafiltrierung (UF) hergestellt. Die Vorbehandlung der Milch erfolgt in gleicher Weise wie beim Thermoverfahren. Vor der eigentlichen Ultrafiltrierung kann jedoch im Gegensatz zum Thermoverfahren auf eine Thermisierung verzichtet werden, wenn durch eine entsprechend gute Technik Reinfektionen vermieden werden. Von einem maßgeblichen Hersteller von UF-Anlagen wird jedoch eine Prozeßtemperatur bei der Ultrafiltrierung empfohlen, die mit ca. 55 °C um gut 10 °C höher liegt als beim Thermoverfahren (7, S. 1058). Andere Hersteller empfehlen ihren Kunden auch bei diesem Verfahrensschritt eine gleiche Temperaturführung wie beim Thermoverfahren, wobei eine Thermisierung des Bruches eingeschlossen wird. Die Vollkonzentration der Milch mittels Ultrafiltration ist seit 1983 auf dem Markt zu finden und im Laufe der letzten Jahre in ihrer technisch-technologischen Ausgestaltung vervollkommen worden, so daß heute unseres Wissens bei Neuinvestitionen von Speisequarkabteilungen verstärkt dieses Verfahren zum Einsatz kommt.

3. Modellbildung

Für die 4 beschriebenen Herstellungsverfahren werden verfahrensbedingt unterschiedlich ausgestattete Modellabteilungen simuliert. Grundlage hierfür sind detaillierte Feldanalysen in 9 Molkereiunternehmen sowie bei den einschlägigen Anlagenherstellern. Darüber hinaus wurden weitere im Institut vorhandene Informationen über die ökonomische Situation der Speisequarkherstellung ausgewertet und ein Abgleich mit früheren Modellkalkulationen für die Speisequarkherstellung (8) vorgenommen.

3.1 Methode

Grundlage für die Verrechnung der Kosten aller Verfahren bildet eine spezielle Form der Teilkostenrechnung (9). Den Produkten werden dabei die mengenproportionalen Produkteinzelkosten sowie die jahresfixen, tagesfixen und ggf. die charginfixen Einzelkosten der Abteilung zugerechnet. Für Energie werden bei dieser Teilkostenrechnung grundsätzlich nur die mengenproportionalen Kosten in Ansatz gebracht; eine Ausnahme bildet jedoch die Kostenart Strom, bei der aufgrund der sehr unterschiedlichen Stromaufnahme in Abhängigkeit vom jeweils betrachteten Verfahren eine deutlich unterschiedliche Spitzenlast im Betrieb zu verzeichnen ist. Da die Stromkosten wesentlich von den erreichten Stromspitzen bestimmt werden, wird neben dem mengenproportionalen Arbeitspreis zusätzlich der von der tatsächlichen Stromabnahme im laufenden Betrieb abhängige Leistungspreis in die Kalkulation einbezogen.

Abweichend von früheren Modellrechnungen werden in dieser Untersuchung selbstverständlich auch die verfahrensbedingt unterschiedlichen Rohstoffkosten in der Kalkulation berücksichtigt. Da bei den jeweiligen Produktionsprozessen gleichzeitig verschiedene Nebenprodukte in unterschiedlichen Mengen anfallen, wird auch die Verwertung dieser Produkte in die Kalkulation einbezogen.

Stichtag für alle zeitabhängigen Faktorpreise ist der 1. Januar 1987.

3.2 Inhalt

Die Kostenkalkulation beginnt für alle 4 Verfahren prinzipiell nach der allgemeinen Milchbehandlung; dies bedeutet, daß spezifische Temperierungsbedingungen in die Kalkulation einbezogen werden. Daß die Temperierung praktischerweise im Betriebsraum in entsprechend erweiterten Pasteurisationsapparaten durchgeführt wird, dürfte die im übrigen abteilungsspezifischen Modellrechnungen nicht stören. Die Kalkulation endet jeweils mit dem Einbringen des fertigen Produktes in ein Vorratssilo, aus dem heraus es später weiterverarbeitet werden kann.

Damit die Darstellung der Ergebnisse in diesem ersten Verfahrenvergleich auf Modellabteilungsebene übersichtlich bleibt, soll die Produktionsmenge zunächst nicht variiert werden. Statt dessen wird von einer definierten Quarkproduktionsmenge ausgegangen, die einheitlich mit den verschiedenen Verfahren hergestellt werden soll, um auf dieser Basis mögliche Unterschiede feststellen zu können. Der Ansatz, die Kosten auf der Basis einer definierten Produktionsmenge alternativ zu bestimmen, erscheint insofern praxisnah, als bei Investitionsentscheidungen in der Regel auch eine gewisse Absatzmenge vorgegeben wird. Der definitiven Entscheidung über die Höhe der Produktionsmenge gingen dabei folgende Betrachtungen voraus:

- Bei 250 Betrieben, die 1985 Speisequark und Frischkäse hergestellt haben (10), und einer Gesamtproduktion von 433100 t/Jahr (11) ergibt sich eine durchschnittliche Produktionsmenge je Betrieb von 1733 t/Jahr entsprechend 7,0 t/Tag. Da hierbei eine große Zahl kleiner und kleinster Produktionsabteilungen in die Betrachtung eingehen, für die die hier zur Diskussion stehenden Produktionsverfahren nicht in Betracht kommen, gilt unser Hauptaugenmerk der Gruppe der 70 größten Speisequarkhersteller mit mehr als 1000 t/Jahr, für die folgende Produktionsdaten aus der Statistik (10) zu entnehmen sind: je Betrieb durchschnittlich 5750 t/Jahr entsprechend 22,8 t Quark/Tag.

Tab. 1: Modellbildung zur Herstellung von Speisequark

	Separator	Thermo- Verfahren	UF-Molke	UF-Voll- konzentration
Leistung des Separators (kg RES/h)	11.850	10.325	11.850	—
Durchschnittliche (kg RES/h)	—	—	9.350	8.900
Leistung der (kg Permeat/h)	—	—	8.850	6.400
UF-Anlage				
Produktionsmenge an (kg/h)	2.500	2.500	3.000	2.500
Magerquark (t/Tag)	20	20	20	20
(t/Jahr)	5.040	5.040	5.040	5.040
Netto-Laufzeit (h/Tag)	8,0	8,0	6,7	8,0

- Auf der Basis dieser Überlegungen kommen wir zu den in Tab. 1 angegebenen modellspezifischen Kennziffern, bei denen einheitlich eine Tagesproduktion von 20 t Speisequark an 252 Tagen im Jahr herzustellen ist. Da bei dem Einsatz modernster Separatortechnik eine Produktionsmenge von 2500 kg/h anfällt – beim UF-Molkeverfahren kommen zusätzlich die Konzentratzugaben aus der Ultrafiltration hinzu –, ergeben sich Nettoproduktionszeiten von 6,7 h/Tag beim UF-Molkeverfahren und 8 h/Tag bei allen übrigen Verfahren.

4. Faktoreinsatz

Die einzelnen, in der Modellkalkulation in Ansatz gebrachten Faktormengenverbräuche und -preise werden so dargestellt, daß sie ohne weiteres nachvollzogen werden können und auf individuelle Verhältnisse übertragbar sind.

4.1 Personal

Die eigentliche Produktion von Speisequark wird im wesentlichen von einem Maschinenführer allein durchgeführt. Er wird in allen Modellen von einer Laborantin unterstützt, die laufend die nötigen Proben zieht, um Qualitätsanalysen durchzuführen, die teilweise sofort zur Steuerung des Produktionsprozesses benutzt werden (vgl. Tab. 2). Bei der UF-Vollkonzentration ist der Maschinenführer während des laufenden Betriebes nur noch zur Hälfte in der Abteilung tätig, da, wie im Kapitel 4.5 „Anlagen“ noch ausführlich dargelegt, unter Einbeziehung einer Prozeßautomation nur noch wenige Überwachungsfunktionen erforderlich sind. Die tagesfixen Vorbereitungs- und Abschlußarbeiten differieren zwischen den Modellen nur unwesentlich.

Für die Ultrafiltration von Molke, die beim dritten Verfahren parallel zum Separierungsprozeß läuft, ist zusätzlich ein Gehilfe zur Unterstützung des Maschinenführers erforderlich, der, nachdem die Anlage einwandfrei angelaufen ist, nur noch sporadisch für Überwachungszwecke an der Anlage tätig sein muß, so daß er kalkulatorisch nur zur Hälfte verrechnet wird. Die Vorbereitungs- und Abschlußarbeiten dauern in diesem Bereich 3 h, von denen das Personal aber nur 2 h tatsächlich aktiv sein muß. Auch die

Tab. 2: Personal zur Herstellung von Speisequark

	Separator	Thermo- Verfahren	UF-Molke	UF-Voll- konzentration
Maschinenführer (28,67 DM/gel.h)				
Lfd. Betrieb (Anz.)	1	1	1	1/2
Vorbereitung und Abschluß (h/Tag)	3	3,5	3	4
Gehilfe (25,42 DM/gel.h)				
Lfd. Betrieb (Anz.)	–	–	1/2	–
Vorbereitung und Abschluß (h/Tag)	–	–	3h × 2/3	–
Laborantin (25,42 DM/gel.h)				
Lfd. Betrieb (Anz.)	1/4	1/4	1/3	1/4
Vorbereitung und Abschluß (h/Tag)	2	2	2	2
Personalkosten (DM/Tag) (Pf/kg Q)	417 2,1	431 2,2	522 2,6	331 1,7

Laborantin hat bei der Ultrafiltration von Molke etwas mehr zu tun, da zusätzliche Proben des Konzentrats und Permeats zu untersuchen sind.

Je nach Qualifikationsgruppe wird eine effektiv geleistete Arbeitsstunde unter Berücksichtigung aller Ausfallzeiten und Zusatzkosten mit 25,42 DM/h für einen Laboranten und Gehilfen bewertet, während der Maschinenführer etwa 3 DM/h höhere Kosten verursacht. Auf dieser Basis entstehen deutlich unterschiedliche Personalkosten pro Tag. Sie liegen zwischen 331 DM bei der UF-Vollkonzentration und 522 DM bei UF-Molke. Bezogen auf die Tagesproduktion von 20 t ergeben sich damit Stückkosten in Höhe von 1,7 bis 2,6 Pf/kg Speisequark.

4.2 Energie

Für die Energiebereiche Strom und Wasser ist grundsätzlich festzuhalten, daß die beiden Ultrafiltrationsverfahren etwa dreimal so energieintensiv sind wie das Separator- bzw. Thermoverfahren. Für die Bereiche Dampf und Kälte gilt diese Aussage allerdings nicht. Hier bestehen zwischen allen Verfahren wesentlich ausgewogenere Verhältnisse, wobei deutliche Unterschiede zwischen dem Separator- und dem Thermoverfahren auftreten. Die Energieverbräuche werden im einzelnen in den Tab. 3 a und 3 b dargestellt.

Beim Strom ist als Besonderheit festzuhalten, daß wegen der extrem unterschiedlichen Strombelastung nicht nur der Arbeitspreis in die Kalkulation eingeht, sondern daneben auch die in Anspruch genommene Stromleistung in die Kalkulation einfließt. Diese gegenüber früheren Kalkulationen zusätzliche Berücksichtigung des Grund- oder Leistungspreises macht sich in der Kalkulation bei der UF-Vollkonzentration z. B. mit rd. 0,5 Pf/kg Quark in den Stromkosten bemerkbar, während beim Separatorverfahren hierfür weniger als 0,2 Pf/kg Quark zu veranschlagen sind. Die variablen Kosten für die Druckluft- und Sterilluftzeugung sind in den Stromkosten enthalten.

Kühlwasser wird bei den beiden ersten Verfahren ausschließlich für die Motorkühlung des Separators benötigt, während bei den UF-Verfahren weiterer Kühlwasserbedarf durch die Ultrafiltrationsanlage gegeben ist. Der Kühlwasserverbrauch wird bewertet mit 154 Pf/m³; darin enthalten ist lediglich der Bezug von Fremdwasser; Abwassergebühren fallen nicht an.

Zur Reinigung der UF-Anlagen muß weiches Wasser benutzt werden, dessen Herstellung zusätzliche Kosten von 72 Pf/m³ verursacht. Der tagesfixe Verbrauch an sonstigem Frischwasser deckt den Bedarf für die Reinigung der Anlagen und Gebäude ab und schließt außerdem anteilige Wassermengen für Laugen- und Säureansatz ein. Lediglich die Reinigung der Labtanks ist nicht in dem tagesfixen Ansatz enthalten, sondern wird – in Vorbereitung späterer Variationen der Verarbeitungsmenge – mengenproportional verrechnet. Die unterschiedlichen Ansatzmengen von 0,30–0,38 m³ Wasser/h werden mit der unterschiedlichen Labtankgröße begründet.

Der Bedarf an Heißwasser wird an dieser Stelle mit 393 Pf/m³ genauso bewertet wie der sonstige Frischwasserverbrauch, da die für die Anwärmung des Wassers erforderliche Energie unter der Rubrik Dampf verrechnet wird.

Beim Dampfverbrauch für den laufenden Betrieb wird grundsätzlich ein Wärmeaustausch überall dort unterstellt, wo dies möglich ist, da überschlägige Kalkulationen in jedem Fall ausweisen, daß zumindest bei Neuinvestitionen die eingesparte Energie höher zu veranschlagen ist als der zusätzliche apparative Aufwand für den Wärmeaustausch. Bei der Verfahrensbeschreibung im Kapitel 2 wurde bereits dargestellt, daß grundsätzlich nur derjenige Dampfverbrauch in der Kalkulation berücksichtigt wird, der über die allgemein übliche Milchbehandlung, d. h. Pasteurisierung, hinausgeht.

Tab. 3A: Energie zur Herstellung von Speisequark

	Separator	Thermo- Verfahren	UF-Molke	UF-Voll- konzentration
Strom (16,1 Pf/kWh; 209,- DM/Jahr je kW)				
Lfd. Betrieb (kW)	36	40	115	103
Reinigung (kW)	40	45	135	115
Reinigung (kW/Tag)	80	90	270	380
Stromkosten (Pf/kg Q)	0,46	0,52	1,40	1,45
Wasser				
Kühlwasser (154 Pf/m³) (m³/h)	0,3	0,3	7,6	7,7
Weiches Wasser (465 Pf/m³) (m³/Tag)	—	—	32	35
Sonst. Frischwasser (393 Pf/m³) (m³/Tag)	30	32	54	46
(m³/h)	0,38	0,34	0,36	0,30
Heißwasser (393 Pf/m³) (m³/Tag)	3	3	8	6
Wasserkosten (Pf/kg Q)	0,73	0,76	2,49	2,35
(für Fremdwasser) inkl. Abwasser)				

Tab. 3B: Energie zur Herstellung von Speisequark

	Separator	Thermo- Verfahren	UF-Molke	UF-Voll- konzentration
Dampf (34,30 DM/t)				
Lfd. Betrieb (kg/kg Q)	0,08	0,17	0,12	0,16
Heißwasser (kg/Tag)	360	360	960	720
Laugen etc. (kg/Tag)	100	100	500	400
Dampfkosten (Pf/kg Q)	0,35	0,66	0,66	0,74
Kälte (6,42 Pf/1000 kcal)				
Eiswasser (kcal/kg Q)	15	27	21	35
(auf 18 °C bis Silo)				
Kältekosten (Pf/kg Q)	0,10	0,17	0,13	0,23
Energiekosten insgesamt (Pf/kg Q)	1,6	2,1	4,7	4,8

Da der Modellbetrachtung ein Betriebsraum mit einem Wärmerückgewinn von 94% und einer Rohstoffeingangstemperatur von 6 °C zugrunde liegt, ist beim Separatorverfahren für den laufenden Betrieb nur diejenige Dampfmenge zu verrechnen, die erforderlich ist, um nach einem Wärmeaustausch mit Molke die Kesselmilch auf Einlaßtemperatur zu bringen. Da bei dem Wärmeaustausch generell mit einer Ausnutzung des Wärmepotentials von 70% gerechnet wird, ergibt sich für den laufenden Betrieb beim Separatorverfahren ein zusätzlicher Dampfbedarf von 0,08 kg/kg Quark. Beim Thermoverfahren ist aufgrund der höheren Temperaturen und der Heißhaltung sowie einer weiteren Thermisierung des Bruches vor der Separierung mit dem höchsten laufenden Dampfverbrauch von 0,17 kg Dampf/kg Quark zu rechnen. Damit liegen die

Dampfkosten beim Separator mit 0,35 Pf/kg Quark etwa halb so hoch wie beim Thermoverfahren; die beiden Ultrafiltrationsverfahren weichen bei einer Gesamtbetrachtung nicht wesentlich von diesem Wert ab, wobei Unterschiede zwischen variablen und fixen Verbräuchen zum Thermoverfahren bestehen.

Kälte in Form von Eiswasser wird bei allen Verfahren zur Produktkühlung benötigt. Bei den Separatorenverfahren wird zusätzlich eine geringe Menge Eiswasser zur Kühlung der Separatorhaube verwandt. Die ausgewiesenen Kältekalorien dienen aber im wesentlichen zur Produktkühlung, wobei die unterschiedlichen Temperaturniveaus zwischen Separator- und Thermoverfahren zu beachten sind und außerdem bei der UF-Molke die zweifache Kühlung des Konzentrates zum Tragen kommt.

Insgesamt entstehen beim Separatorverfahren die geringsten Energiekosten in Höhe von 1,6 Pf/kg Quark. Beim Thermoverfahren liegen die Energiekosten bereits einen halben Pfennig je kg Quark höher und erreichen damit ein Niveau, das den Personalkosten entspricht. Bei den Ultrafiltrationsverfahren schlagen die Energiekosten ganz erheblich zu Buche und liegen wiederum im Vergleich zu den Personalkosten auf rd. dem doppelten bis dreifachen Niveau.

4.3 Betriebs- und Zusatzstoffe

In Tab. 4 wird der Bedarf an Reinigungsmitteln angegeben, wobei auffällt, daß der unterschiedliche Verbrauch zwischen Separator- und Thermoverfahren einerseits und den beiden UF-Verfahren andererseits nicht ganz so stark divergiert wie beim Wasserverbrauch. Es ist anzumerken, daß für die Reinigung der Ultrafiltrationsanlagen spezielle Reinigungsmittel eingesetzt werden müssen, um die Membranen möglichst wenig zu schädigen.

Bei den Zusatzstoffen ist zu berücksichtigen, daß der Labverbrauch beim Thermoverfahren deutlich erhöht ist, während bei der UF-Vollkonzentration etwas geringere Dosierungen ausreichen. Für die 3 Separatorenverfahren wird eine Kultur im Betrieb gezüchtet, so daß an speziellen Kosten lediglich der wöchentliche Neubezug einer Flasche Kultur anzusetzen ist. Bei der UF-Vollkonzentration kommt der exakten Kulturdosierung und dem einheitlichen Säuerungsverlauf eine erhöhte Bedeutung zu (12, S. 363). Die Kultur sollte außerdem eine möglichst geringe Neigung zur Nachsäuerung

Tab. 4: Bedarfsartikel zur Herstellung von Speisequark

	Separator	Thermo- Verfahren	UF-Molke	UF-Voll- konzentration
Reinigungsmittel einschl. Grundansätze				
(DM/Tag)	140	150	230	280
Reinigungskosten (Pf/kg Q)	0,7	0,8	1,2	1,4
Zusatzstoffe				
Lab 1 : 15.000 (ml/100 l Km)	1,0	1,5	1,0	0,7
Kultur	1 Flasche/Wo	1 Flasche/Wo	1 Flasche/Wo	1 Dose/ 30.000 l
Zusatzstoffkosten (Pf/kg Q)	0,1	0,1	0,1	0,4
Bedarfsartikelkosten insgesamt (Pfg/kg Q)	0,8	0,9	1,3	1,8

haben (13, S. 1194). Aufgrund dieser Forderungen erscheint es angemessen, für die UF-Vollkonzentration die Verwendung gefriergetrockneter Kulturen zu unterstellen, die wesentlich teurer sind als selbstgezüchtete Kulturen. Es ergeben sich damit Zusatzstoffkosten bei der UF-Vollkonzentration, die mit 0,4 Pf/kg Quark viermal so hoch liegen wie bei den übrigen Verfahren.

Insgesamt können die Bedarfsartikelkosten, gemessen an den Personalkosten, mit 0,8 Pf/kg Quark beim Separatorverfahren bis zu 1,3 Pf/kg Quark bei UF-Molke als unbedeutend bezeichnet werden. Lediglich bei der UF-Vollkonzentration erreichen sie mit 1,8 Pf/kg Quark etwa das gleiche Niveau wie die Personalkosten.

4.4 Membranen

Aus der Anfangszeit des Umgangs mit Ultrafiltrationsanlagen hat sich bei vielen Molkereifachleuten die Erfahrung festgesetzt, daß der Einsatz von Membranen mit hohen Kosten verbunden und ihre Haltbarkeit äußerst begrenzt ist. Infolgedessen werden die Membrankosten auch leicht überschätzt. Unter der Voraussetzung einwandfreier Betriebsbedingungen geben die Membranhersteller eine Pro-Rata-Garantie von 4000 Betriebsstunden inklusive Reinigungszeit. Tatsächlich haben die Analysen in den besuchten Molkereiunternehmen ergeben, daß – unter Ausklammerung anfänglicher Bedienungsfehler – Standzeiten von über 6000 h realisiert werden können. In der Kalkulation wird von einer durchschnittlichen Standzeit von 5000 Betriebsstunden ausgegangen (vgl. Tab. 5). Aus den in der Tab. 1 genannten Nettolaufzeiten sowie zusätzlichen Anlauf- und Reinigungszeiten ergibt sich unter den genannten Voraussetzungen eine durchschnittliche Lebensdauer der Membranen von 540 Tagen bei UF-Molke und 430 Tagen bei der UF-Vollkonzentration. Die Preise für die Membranen differieren von Hersteller zu Hersteller sehr stark, und auch die Quadratmeterleistung ist nicht einheitlich. Bei dem Hersteller, dessen Verfahren auch in der Investitionsliste (vgl. Tab. 6) berücksichtigt wird, liegt der Preis je Membranmodul bei rd. 2000 DM inklusive Montage. Der Preis ist dabei unabhängig davon, ob es sich um ein High-flow-Modul (3,5 m²) oder um ein Standardmodul (5,0 m²) handelt. Somit ergeben sich Kosten aus dem Membranverschleiß in Höhe von 1,3 Pf/kg Quark bei der Ultrafiltrierung von Molke bzw. 1,7 Pf/kg Quark bei der Vollkonzentration.

Tab. 5: Betriebszeitabhängiger Membranverschleiß in UF-Anlagen

	Separator	Thermo- Verfahren	UF-Molke	UF-Voll- konzentration
Voraussetzung:	Einwandfreie Betriebsbedingungen!			
Mindesthaltbarkeit:	↓ ca. 4.000 h Betriebszeit			
angenommene Standzeit:	ca. 5.000 h Betriebszeit			
Netto-Laufzeit der UF-Anlage		(h/Tag)	6,7	8,0
Anlauf- und Reinigungszeit		(h/Tag)	2,5	3,5
Sich ergebende Produktionszeitdauer		(Tage)	540	430
Kosten für Membranen mit Montage		(DM/Satz)	144.000	144.000
(2.000,- DM/Modul)		(DM/Tag)	267	335
		(Pf/kg Q)	1,3	1,7

Tab. 6: Parameterliste der Anlagegüter für unterschiedliche Verfahren der Speisequarkherstellung

Anlagegüter	Nutzungs- dauer (Jahre)	Instand- haltungs- quote (%)	Separator			Thermo-Verfahren			UF-Molke			UF-Vollkonzentration		
			Anzahl	Nenn- leistung (1.000 E)	Investi- tions- summe	Anzahl	Nenn- leistung (1.000 E)	Investi- tions- summe	Anzahl	Nenn- leistung (1.000 E)	Investi- tions- summe	Anzahl	Nenn- leistung (1.000 E)	Investi- tions- summe
Hoherh. mit Heißhalter Kesselmilchanwärmer Milchpumpe	20	1,0	–	–	–	1	–	35.000	–	–	–	1	–	35.000
	20	1,0	1	–	25.000	1	–	25.000	1	–	25.000	1	–	25.000
	10	0,75	1	–	4.000	1	–	4.000	1	–	4.000	1	–	4.000
Labtanks Kulturbehälter Dosierpumpe für Kultur	25	0,25	3	50	168.000	3	45	156.000	3	40	141.000	3	40	141.000
	15	0,50	2	1	40.000	2	1	40.000	2	1	40.000	–	–	–
	10	1,0	1	–	1.900	1	–	1.900	1	–	1.900	–	–	–
Bruchpumpe Bruchanwärmer Bruchthermiseur Bruchpuffertank	10	1,0	1	–	7.200	1	–	7.200	1	–	7.200	1	–	7.200
	20	1,0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	20.000
	20	1,0	–	–	–	1	–	50.000	–	–	–	–	–	–
	15	0,5	1	2	24.200	1	2	24.200	1	2	24.200	1	2	24.200
Bruchpumpe Separator, kompl. UF-Anlage, kompl.	10	1,0	1	–	7.200	1	–	7.200	1	–	7.200	1	–	7.200
	15	1,0	1	–	268.000	1	–	268.000	1	–	268.000	–	–	–
	10	0,5	–	–	–	–	–	–	1	10,6	1.000.000	1	8,4	1.550.000
Quarkpumpe Quarkkühler Quarksilo	10	1,0	1	–	8.300	1	–	8.300	1	–	8.300	1	–	8.300
	20	1,0	1	–	20.000	1	–	20.000	1	–	20.000	1	–	20.000
	25	0,25	1	2,5	9.000	1	2,5	9.000	1	3	10.500	1	2,5	9.000
Molken/Permeatstapeltank Molkenanwärmer Konzentratstapeltanks	25	0,25	1	40	39.000	2	35	67.000	2	30	61.000	2	30	61.000
	20	1,0	–	–	–	–	–	–	1	10,6	27.000	–	–	–
	25	0,25	–	–	–	–	–	–	2	3	78.800	–	–	–
Konzentratpumpe Konzentraterh./-kühler Molken/Permeatlagertanks	10	0,75	–	–	–	–	–	–	1	–	3.000	–	–	–
	10	1,5	–	–	–	–	–	–	1	1,5	65.000	–	–	–
	25	0,25	2	80	121.000	2	70	109.000	2	60	97.000	2	60	97.000
CIP-Anlage Fernsteuerung	15	0,75			90.000			90.000			180.000			160.000
	10	1,5			120.000			150.000			200.000			150.000
Zwischensumme					952.800			1.071.800			2.269.100			2.318.900

Tab. 6: Parameterliste der Anlagegüter für unterschiedliche Verfahren der Speisequarkherstellung (Fortsetzung)

Zwischensumme			952.800		1.071.800		2.269.100		2.318.900	
Montage, Material (von Zwischensumme ohne Separator und UF-Anlage)	15	0,5	50 %	342.400	50 %	401.900	50 %	500.600	55 %	422.900
Prozeßautomation	10	1,5	–	–	–	–	–	–	–	250.000
Maschinelle Investitionen insgesamt				1.295.200		1.473.700		2.769.700		2.991.800
Gebäude für Produktion (9 m hoch)	60	1,5	110 m ²	340.600	120 m ²	371.500	180 m ²	557.300	135 m ²	418.000
Gebäude für CIP-Anlage (4 m hoch)	60	1,5	35 m ²	48.200	35 m ²	48.200	78 m ²	107.300	68 m ²	93.600
Fundament für Tanks	60	1,5	130 m ²	56.000	140 m ²	60.300	140 m ²	60.300	140 m ²	60.300
Gebäudeanschluß für Tanks	60	1,5	6	6.000	7	7.000	7	7.000	7	7.000
Bauliche Investitionen insgesamt				450.800		487.000		731.900		578.900

Preisstand Januar 1987

4.5 Anlagen

In der Parameterliste der Anlagegegenstände (vgl. Tab. 6) werden die für die einzelnen Verfahren erforderlichen maschinellen und baulichen Anlagen mit den jeweiligen Investitionssummen (Preisstand Januar 1987) sowie den dazugehörigen Nutzungsdauern und Instandhaltungsquoten aufgeführt. Weiterhin sind der Liste Angaben über die Anzahl, Nennleistung bzw. Größe der einzelnen Anlagegüter zu entnehmen.

Die Angaben der Parameterliste beruhen auf Erhebungen in Molkereiunternehmen und bei den in Frage kommenden Anbietern von Molkereimaschinen. Die Auswahl der in der Praxis erhobenen und von den Maschinenherstellern gelieferten Daten und ihre adäquate Zuordnung zu den entsprechenden Verfahren waren nicht immer einfach.¹

Die Auflistung der einzelnen Gegenstände erfolgt in der Tabelle gemäß dem Produktionsablauf. Entsprechend dieser Reihenfolge sollen im folgenden zu den einzelnen Anlagegegenständen einige Erläuterungen gegeben werden:

Die Hoherhitzung und Heißhaltung der Kesselmilch für das Thermo-Verfahren und die UF-Vollkonzentration erfolgen in einem Plattenapparat mit angeschlossenen Röhren-Heißhalter. Die genannten Investitionsbeträge verstehen sich lediglich als zusätzlicher Aufwand für die Erweiterung der vorhandenen Pasteurisierungsanlage.

Als Kesselmilchanwärmer fungiert ein Plattenwärmeaustauscher, der das Wärmepotential der Molke bzw. des Permeats soweit wie möglich zur Anwärmung der Kesselmilch auf Einlabtemperatur ausnutzt. Auch in diesem Fall handelt es sich bei den Investitionsbeträgen nur um den zusätzlichen Aufwand für die Ergänzung der vorhandenen Pasteurisierungsanlage.

Die Größe der Labtanks, in denen die angesäuerte und eingelabte Kesselmilch dickgelegt und nach der Dicklegung durchgerührt wird, richtet sich nach der täglich zu verarbeitenden Kesselmilchmenge zuzüglich eines weiteren Tanks, der einen gewissen Spielraum für die Dicklegungszeiten schafft und auch als Kapazitätsreserve genutzt werden kann. Die Tanks sind isoliert, und die Aufstellung erfolgt im Freien mit Gebäudeanschluß.

Die Einrichtungen für die Züchtung der Betriebskultur werden für die UF-Vollkonzentration nicht benötigt, da bei diesem Verfahren die Kesselmilch direkt beimpft wird. Es ist jedoch die Installation eines Bruchanwärmers in Form eines Plattenwärmeaustauschers (Wärmeaustausch Permeat gegen Bruch) erforderlich, um den Bruch von der Einlabtemperatur (28 °C) auf die Prozeßtemperatur (55 °C) der Ultrafiltration anzuwärmen.

Das Thermoverfahren bedingt eine Thermisierung des Bruchs. Dafür wird ein Plattenapparat mit angeschlossenen Heißhalter und integriertem Wärmeaustauscher (Molke gegen Bruch) aufgestellt.

Für die 3 nach dem Separierverfahren (Separator, Thermo, UF-Molke) arbeitenden Modelle beinhaltet der jeweilige Investitionsbetrag für den Separator alle Aufwendungen bis zur betriebsbereiten Installation. Das gleiche gilt auch für die beiden UF-Anlagen, die im Bereich der Ultrafiltration der Molke und der UF-Vollkonzentration installiert sind. Für die Ultrafiltration der Molke wird eine dreistufige Anlage mit einer Filterfläche von 3×120 m² benutzt, während für die UF-Vollkonzentration eine vierstufige Anlage mit einer Filterfläche von 1×120 m² + 1×84 m² + 2×42 m² zum Einsatz kommt.

Die Molken-/Permeatstapeltanks dienen als Zwischenlager für die Wärmeaustauscher. Je nachdem, ob der Wärmeaustausch in einer oder in zwei Stufen durchgeführt

¹) In diesem Zusammenhang möchten die Autoren nicht versäumen, sich für die wertvolle Unterstützung in diesem Bereich bei Herrn Jahns von der Fa. GEA-Ahlborn GmbH & Co. sowie allen übrigen Informanten ausdrücklich zu bedanken.

wird, sind ein oder zwei Tanks erforderlich. Die isolierten Tanks sind im Freien aufgestellt, wobei für die Anschlüsse und Meßinstrumente ein Gebäudeanschluß vorgesehen ist.

Das UF-Molkeverfahren erfordert neben der notwendigen Ausstattung entsprechend dem Separatorverfahren zusätzliche Anlagegegenstände für die Ultrafiltration der Molke. Hierzu zählen – neben der bereits genannten UF-Anlage – ein Plattenwärmetauscher (Wärmetausch Permeat gegen Molke) für die Anwärmung der Molke auf Ultrafiltrationstemperatur, 2 isolierte, mit Sterilluft beaufschlagte Konzentrattapeltanks für die Zwischenlagerung des Konzentrats bis zur Erhitzung, eine Konzentratpumpe und ein Konzentratscheerhitzer mit nachgeschaltetem Kühler.

Nach der Ausnutzung des Wärmepotentials durch Wärmetausch wird die Molke bzw. das Permeat zur weiteren Verwertung in Lagertanks geleitet. Die Tanks, deren Kapazität der zweifachen Tagesmenge entspricht, sind zur Außenaufstellung mit Gebäudeanschluß vorgesehen.

Die CIP-Anlage beinhaltet zunächst für alle Verfahren als Grundausstattung eine dezentrale Stapelreinigung. Für die Ultrafiltrationsanlagen sind darüber hinaus Zusatzeinrichtungen erforderlich, die neben einem separaten Kreislauf auf Basis verlorder Reinigung relativ groß dimensionierte Tanks und Pumpen für Weichwasser und die Zwischenstapelung von gebrauchten Reinigungslösungen enthalten.

Von einer Schaltwarte aus wird der Produktionsablauf mit Hilfe einer Fernsteuerungsanlage geregelt. Je nach Anzahl der vorhandenen Steuerglieder ist der Investitionsaufwand für die einzelnen Verfahren unterschiedlich hoch.

Die Position „Montage, Material“ beinhaltet die Fracht, Versicherung und Aufstellung der Anlagegegenstände, sofern sie noch nicht im Anschaffungspreis enthalten sind, sowie die Anschlußkosten inklusive Produkt- und Energieleitungen, Montagematerial, Arbeitslohn für Handwerker und sonstige betriebsseitige Vorleistungen. Bei der Berechnung dieser Position wurden die jeweiligen Hauptaggregate (Separator und UF-Anlage) der einzelnen Verfahren nicht mitberücksichtigt, da der Montage- und Materialaufwand hierfür bereits in den Investitionssummen enthalten ist. Für die UF-Vollkonzentration sind die Aufwendungen für Montage und Material aufgrund der vergleichsweise aufwendigen Anschlüsse für Energie mit einem um 5 Prozentpunkte höheren Aufschlag als bei den übrigen Verfahren berechnet worden.

Eine Prozeßautomation, die in Verbindung mit der Fernsteuerung den gesamten Produktionsprozeß vollautomatisch steuert und regelt, ist nur für das Verfahren der UF-Vollkonzentration vorgesehen, da bei diesem Verfahren das Hauptaggregat, die Ultrafiltrationsanlage, bereits entsprechend ausgestattet ist und somit die besten Voraussetzungen zur Prozeßsteuerung und Automation des gesamten Betriebsablaufs gegeben sind. Hierdurch kann – im Vergleich zu den anderen Verfahren mit alleiniger Fernsteuerung – eine halbe Arbeitskraft (Maschinenführer) eingespart werden.

Die Investitionssumme für das Produktionsgebäude ergibt sich aus den Baukosten für eine 9 m hohe Stahlbetonhalle, in der mehrere Produktionsabteilungen integriert sind. Für die CIP-Anlage ist die Unterbringung in einem Gebäudeteil (Nebentrakt oder Keller) vorgesehen, der 4 m hoch ist. Die erforderliche Investitionssumme rechnet sich hier ebenso wie für die Produktionshalle auf der Basis von 344 DM/m³ umbauten Raumes.

Für die Tanks, die neben dem Gebäude im Freien aufgestellt werden, ist ein Fundament in Form einer Stahlbetonplatte erforderlich. Als Baukosten werden 431 DM/m² Fundamentfläche zugrundegelegt. Für alle Tanks ist je ein Gebäudeanschluß (1000 DM pro Anschluß) für die witterungsgeschützte Installation aller Bedienungselemente vorgesehen.

Tab. 7: Anlagen zur Herstellung von Speisequark

		Separator	Thermo- Verfahren	UF-Molke	UF-Voll- konzentration
Masch. Investition	(Mio. DM)	1,3	1,5	2,8	3,0
Baul. Investition	(Mio. DM)	0,5	0,5	0,7	0,6
Gesamt-Investition	(Mio. DM)	1,8	2,0	3,5	3,6
Kalk. Zinsen	(TDM/Jahr)	71,1	76,9	140,3	141,6
(8% vom halben Invest. Wert)					
Kalk. Abschreibungen	(TDM/Jahr)	88,9	97,8	227,5	262,0
Kalk. Instandhaltung	(TDM/Jahr)	24,9	28,1	47,0	47,7
Anlagekosten	(TDM/Jahr)	184,9	202,8	414,8	451,3
	(Pf/kg)	3,7	4,0	8,2	8,9

Aus der detaillierten Schilderung der einzelnen benötigten Anlagegegenstände ergeben sich die in der Tab. 7 dargestellten maschinellen und baulichen Investitionen. Bei etwa gleich großem baulichen Aufwand erfordern die beiden Ultrafiltrationsmodelle rd. doppelt so hohe Investitionsausgaben für Maschinen und Anlagen wie das Separatorverfahren bzw. das geringfügig aufwendigere Thermoverfahren. Die Gesamtinvestitionen für eine Speisequarkabteilung mit einer Produktionskapazität von 20 t Quark im 1 ½-Schichtbetrieb belaufen sich somit auf 1,8 Mio. DM beim Separatorverfahren, 2,0 Mio. DM beim Thermoverfahren, 3,5 Mio. DM bei UF-Molke und 3,6 Mio. DM bei der UF-Vollkonzentration.

Auf der Basis einer kalkulatorischen Verzinsung von 8% des halben Investitionswertes sowie kalkulatorischen Abschreibungen für die in Tab. 6 genannten Nutzungszeiträume und kalkulatorischer Instandhaltungen, die den Quoten in der Tab. 6 zuzüglich eines etwa gleich hohen Betrages für mengenproportionalen Verschleiß entsprechen, ergeben sich jährliche Anlagekosten zwischen 185 000 DM und 451 000 DM. Die Anlagekosten je kg Quark belaufen sich damit auf knapp 4 Pf beim Separator- und Thermoverfahren und gut 8 Pf bei den beiden Ultrafiltrationsverfahren.

4.6 Rohstoff

Wie in den einführenden Kapiteln bereits ausgeführt wurde, kommt dem Rohstoff die überragende Bedeutung bei den Kosten zu. Da der Ansatz verfahrensspezifischer Ausbeutesätze somit maßgeblich über die Kostensituation des Verfahrens entscheidet, soll zunächst eine Literaturlauswertung zur Frage der Ausbeute bei Speisequark erfolgen, mit der die von den Autoren erhobenen Werte abgeglichen werden können.

4.6.1 Literaturlauswertung

In der Tab. 8 wird eine chronologische Literaturübersicht zur Frage der Ausbeute bei Speisequark gegeben. Die Übersicht beginnt Mitte der 70er Jahre, als das Separatorverfahren als einziges der hier beschriebenen Verfahren auf dem Markt war. Longuet *et al.* rechneten damals beim Separatorverfahren mit einer durchschnittlichen Ausbeute von 5,2 kg Magermilch je kg Quark, wobei dies ein Durchschnittswert war, der in großen Unternehmen realisiert werden konnte. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß damals mit 18% Trockenmasse im Quark dieselben gesetzlichen Mindestanforderungen an das

Tab. 8: Synopse zur Frage: Ausbeute bei Speisequark

Literaturstelle	Spezifikationen	Kilogramm Magermilch je Kilogramm Quark			
		Separator	Thermoverfahren	UF-Molke	UF-Vollkonzentration
Longuet et al. (8) Ott (5)	1975 1977	TM im Q.: > 18,0 %	5,2	ca. 0,5 besser als Separator	
Dolle (14)	1977		4,78		
Dolle (15)	1981		4,7		
Güngerich (6)	1981		4,62	4,1	3,93
Stöckl (16)	1982	TM im Q.: 17,2 %	4,6	4,10-4,30	3,69-3,93
Knüpfer (17)	1982			15-20 % besser als Separator	3,24
Haisch (3)	1983	TM im Q.: 17,6 %	4,43	4,37	3,93 (realis.)
Damerow (18)	1983	TM im Q.: 17,0 %	4,0	3,7	3,45
Bäurle et al. (12)	1984	TM im Mm: 8,9 %			
		TM im Q.: 18,0 %			3,31 ¹
		TM im Perm.: Ø 5,1 %			3,45 ²
Prokopek (19)	1984		4,4-4,8	4,0-4,3	3,8-3,9
N.N. (20)	1984	TM im Q.: 17,5 %	4,6	4,2	3,3-3,5
		TM im Mm: 8,8 %			3,7
Klostermeyer et al. (4)	1985	TM im Q.: 17,0 %	mind. 4,34	mind. 3,88	knapp 3,4
		Eiw. in Mm: 3,4 %			
Lehmann et al. (21)	1985	TM im Q.: 17,2 %	4,5	4,08	3,93
		Eiw. in Mm: 3,4 %			
Kessler et al.	1986				bis 30 % besser als Separator
Röckseisen (23)	1987	TM im Q.: 18,0 %			3,6
		Eiw. in Mm: 3,3 %			
N.N. (24)	1987			15 % besser als Separator	

¹ bei TM 9,0 % in Mm: 3,31 (berechnet) ² bei TM 8,8 in Mm: 3,45 (gemessen)

Produkt gestellt wurden wie heute, daß aber damals diese Grenze nicht gleichzeitig als Produktstandard galt, sondern die Produkte üblicherweise einen deutlich über dem Mindestwert liegenden Trockenmassegehalt hatten.

Im Jahre 1977 berichtete Ott von den Entwicklung des neuen „Thermoverfahrens“, bei dem etwa 0,5 kg Magermilch je kg Quark im Vergleich zum Separatorverfahren gespart werden konnten. Die Einsparungen waren auf eine Denaturierung der Molkenproteine und ihre Gewinnung für das Produkt zurückzuführen. Im gleichen Jahr berichtete Dolle von Ausbeuten beim Separatorverfahren von 4,78 kg Magermilch je kg Quark und einer um 0,4 kg besseren Ausbeute beim Thermoverfahren, das allerdings erst kurze Zeit im

Einsatz war. Vier Jahre berichtete derselbe Autor über die bisherigen Erfahrungen mit dem Thermoverfahren und quantifizierte die Differenz zum Separatorverfahren auf 0,6 kg Magermilch je kg Quark.

Güngerich berichtete 1981 über eine zehnmonatige Betriebserfahrung mit der Molken-UF und quantifizierte die Ausbeute auf 3,93 kg Magermilch je kg Quark. Gleichzeitig wies er auf das in der Entwicklung befindliche Verfahren der UF-Vollkonzentration hin mit einer nochmaligen Reduzierung des Milchverbrauchs um ca. 20% auf 3,24 kg Magermilch je kg Quark. Da der Gesetzgeber zu jener Zeit einen reduzierten Mindesttrockenmassegehalt von 17% forderte (24), ist davon auszugehen, daß die genannten Verbräuche sich auch jeweils auf diesen abgesenkten Trockenmassewert im fertigen Produkt beziehen.

Für das Separator- und das Thermoverfahren bestätigte Stöckl 1982 die Angaben von Güngerich, wies aber zusätzlich für das Thermoverfahren eine Streuung nach oben bis 4,30 kg Magermilch je kg Quark aus. Dies deutet darauf hin, daß nicht alle Hersteller das Thermoverfahren bis zur letzten Konsequenz beherrschten, was auch durch die vorliegenden Kenntnisse im Jahre 1987 noch bestätigt werden kann.

Bei der Ultrafiltration der Molke rechnete Stöckl im Gegensatz zu Güngerich mit einer wesentlich besseren Ausbeute von 3,69, wobei er aber zusätzlich einen zweiten Wert nennt, der mit den Werten der übrigen Autoren übereinstimmt. In der Diskussion der Ergebnisse stellte Stöckl fest: „Die beherrschenden Fragen der Ultrafiltration der Molke sind, ob es gelingt, die angegebenen Ausbeuten von Molkeneiweißkonzentrat zu erreichen und dies ohne qualitative (Geschmack, Konsistenz, Haltbarkeit) Beeinträchtigung dem Endprodukt beizumischen. Da dieses Verfahren bereits seit einiger Zeit bei mehreren Unternehmen im Einsatz ist, kann die Beherrschbarkeit angenommen werden“ (16, S. 558). Aus der Tatsache, daß dieses Verfahren in mehreren Betrieben bereits angewandt wurde, ist natürlich nicht zu schließen, daß die genannte hohe Ausbeute von 3,69 auch tatsächlich nicht zu qualitativen Fehlern führt.

Knüpfer führte 1982 aus, daß bei der Ultrafiltration von Molke Ausbeuteverbesserungen von 15 bis 20% gegenüber dem Separatorverfahren zu erzielen sind. Geht man einmal von den genannten 4,6 kg Magermilch je kg Quark für das Separatorverfahren aus, so führt eine Verbesserung um 15 bis 20% zu Ausbeutesätzen von 3,83 bis 4,0.

Haisch berichtete 1983 über Untersuchungsergebnisse für Speisequark, aus denen hervorgeht, daß ein Quark mit 17,56% Trockenmasse beim Separatorverfahren 4,43 kg Magermilch und beim Thermoverfahren 4,37 kg Magermilch erfordert. Zu diesen Zahlen führte der Autor aus, daß der Wert des Separatorverfahrens tendenziell zu günstig und der des Thermoverfahrens tendenziell zu schlecht angesiedelt ist. Allerdings ist festzustellen, daß die ausgewiesene Differenz von 0,06 l um ungefähr eine Zehnerpotenz von den Differenzwerten anderer Autoren, z. B. Ott und Dolle, abweicht. Der von Haisch angegebene Verbrauch beim UF-Molkeverfahren von 3,93 paßt hingegen recht gut zu den Angaben der meisten anderen Autoren. Der Rohstoffverbrauch für die UF-Vollkonzentration beruht lediglich auf Literaturangaben, die Haisch selbst als rechnerisch richtig bezeichnete.

Die Angaben von Damerow fallen bis auf den Wert für die UF-Vollkonzentration völlig aus dem Rahmen der übrigen Daten, so daß die Werte hier nicht weiter erörtert werden sollen.

Bäurle *et al.* stellten 1984 ausführliche Untersuchungen über die Herstellung von Magerquark mit Hilfe der UF-Vollkonzentration an. Sie errechneten für ein Produkt mit 18,0% Trockenmasse und einen Einsatz von Magermilch mit einer Trockenmasse von 9,0% einen Rohstoffverbrauch von 3,31 kg/kg Quark. In Versuchen mit einer Mager-

milch, die lediglich 8,8% Trockenmasse hatte, ergaben sich Ausbeuten von 3,45 kg Magermilch je kg Quark. Die Autoren beschrieben die Qualität des so produzierten Speisequarks wie folgt: „Er ist formfest, nicht molkelässig, gut lagerfähig und findet durch seine angenehme Säure und cremartige Konsistenz größte Akzeptanz“ (12, S. 363).

Prokopek gab 1984 die Spannweite der realisierten Ausbeuten für die verschiedenen Verfahren an. Bis auf extreme Ausreißer werden mit den angegebenen Spannen praktisch alle Ausbeutesätze der verschiedenen Autoren abgedeckt.

Der mit N. N. gekennzeichnete Artikel ist ein Beitrag einer Herstellerfirma von Anlagen für die UF-Vollkonzentration. Als erstaunlich hoch ist deshalb der genannte Verbrauch von 3,7 kg Magermilch je kg Quark zu bezeichnen. Er stellt einen Spitzenwert unter den Angaben aller aufgeführten Autoren dar. Dieser Wert wurde 1987 von Rückseisen korrigiert, der über Ergebnisse mit Anlagen desselben Herstellers berichtet. Bei höherer Trockenmasse im Produkt und relativ niedrigem Eiweißgehalt wird ein Ausbeutesatz von 3,6 genannt.

Klostermeyer *et al.* errechneten in ihrer grundlegenden Arbeit aus dem Jahre 1985 Mindestrohstoffverbräuche für das Separator- und das Thermoverfahren von 4,34 bzw. 3,88 kg Magermilch je kg Quark, wobei von einem Trockenmassegehalt im Produkt von 17,0% und einem Eiweißgehalt in der Magermilch von 3,4% ausgegangen wird. Es ist aber ausdrücklich darauf hinzuweisen, daß es sich hierbei um rechnerische Extremwerte handelt, wobei nach Aussagen von Klostermeyer der Wert beim Thermoverfahren von einem Hersteller realisiert werden kann. Klostermeyer *et al.* konnten in Betriebsversuchen bei der UF-Vollkonzentration Ausbeutezahlen von knapp 3,4 kg Magermilch je kg Quark feststellen. Bei einem um etwa 1% reduzierten Eiweißgehalt hatte das fertige UF-Vollkonzentrationsprodukt ein Molkenprotein-Kaseinverhältnis, das praktisch der Ausgangsmilch entsprach (4, S. 168).

Lehmann *et al.* berichteten in einer Broschüre über Prozeßlinien zur Herstellung von Frischkäse aus der Sicht eines Herstellers von Separatoren. Die ausgewiesenen Rohstoffverbräuche für die 3 Separatorenverfahren können als recht ausgewogen bezeichnet werden, da sie gut zu den übrigen Informationen der Tab. 8 passen. Erstaunlich gering ist allerdings die Differenz zwischen dem Thermoverfahren und dem Separatorverfahren mit 0,42 kg Magermilch je kg Quark. Dies ist wohl auf den relativ guten Wert des Separatorverfahrens zurückzuführen.

Kessler *et al.* schrieben 1986, daß die UF-Vollkonzentration Ausbeuteverbesserungen bis zu 30% gegenüber dem Separatorverfahren bringt. Geht man von einem durchschnittlichen Separatorwert von 4,6 aus, so bedeutet dies eine Ausbeute bei der UF-Vollkonzentration von 3,54 kg Magermilch je kg Quark.

In einer Firmenmitteilung eines Herstellers von Ultrafiltrationsanlagen wurde 1987 eine Ausbeuteverbesserung des UF-Molkeverfahrens gegenüber dem Separator von 15% angegeben. Dazu wurde angemerkt: „Nach diesem Verfahren können pro kg Quark ca. 150 g Konzentrat zudosiert werden, ohne daß sich die sensorischen und strukturellen Eigenschaften des Produktes nachteilig verändern“ (25, S. 810).

Tab. 9: Rohstoff zur Herstellung von Speisequark

	Separator	Thermo-Verfahren	UF-Molke	UF-Vollkonzentration
Rohstoffverbrauch ohne Verluste (kg RES/kg Q)	4,74	4,13	3,95	3,56
Verluste bei der Herstellung (kg Q/Tag)	50	50	150	550
Rohstoffverbrauch insges. (t/Tag)	95,04	82,81	79,59	73,16
Rohstoffwert: 30 Pf/kg RES				
Variable Rohstoffkosten (Pf/kg Q)	142,20	123,90	118,50	106,80
Fixe Rohstoffkosten (Pf/kg Q)	0,36	0,31	0,89	2,94
Rohstoffkosten insgesamt (Pf/kg Q)	142,6	124,2	119,4	109,7

4.6.2 Modellansätze

In der ersten Zeile der Tab. 9 werden die verfahrensbedingten Rohstoffverbräuche angegeben, wie sie von den Autoren dieser Arbeit in den besuchten Molkereiunternehmen festgestellt werden konnten. Es handelt sich hierbei jeweils um die variablen Rohstoffverbräuche, d. h. tagesfixe Verluste sind nicht enthalten. Sie sind in der nächsten Zeile getrennt ausgewiesen. Bei der Würdigung der angegebenen Ausbeutesätze sind zwei Voraussetzungen zu beachten:

1. Es wird ein Speisequark hergestellt, der 18,1% Trockenmasse hat.
2. Die eingesetzte Magermilch hat einen Eiweißgehalt von 3,49%.

Bei beiden Voraussetzungen handelt es sich um jeweils rechnerische Standardisierung der in den verschiedenen Molkereien in unterschiedlicher Weise produzierten Produkte, um eine Vergleichbarkeit herstellen zu können. Der Eiweißgehalt von 3,49% ist bewußt gewählt worden, da die heutige Milch inhaltsreicher ist als in vergangenen Jahren. Nach vorliegenden Informationen des Instituts für Milcherzeugung der Bundesanstalt für Milchforschung kann durchaus mit einem Eiweißgehalt in der Anlieferungsmilch von durchschnittlich 3,42% gerechnet werden, so daß sich in der entrahmten Milch (Magermilch oder Kesselmilch) ein Eiweißgehalt der genannten Größenordnung ergibt.

Die in der Arbeit benutzten Rohstoffeinsatzmengen von 4,74 für das Separatorverfahren und 4,13 für das Thermoverfahren sind recht gut vergleichbar mit den in der Literaturübersicht angegebenen Daten. Wie aus Vordiskussionen zu dieser Arbeit bekannt ist, werden sie auch allgemein akzeptiert.

Es soll an dieser Stelle jedoch auch noch einmal erwähnt werden, daß ein Ausbeutesatz von 4,13 beim Thermoverfahren nur von denjenigen Molkereien erreicht werden kann, die dieses Verfahren wirklich kennen, d. h. sich dem Einfluß der verschiedenen Prozeßparameter klar bewußt sind. Da die Autoren mehrere derartige Molkereien vorgefunden haben, wird dieser Satz in der Kalkulation unterstellt, wohlwissend, daß die größte Zahl der das Thermoverfahren praktizierenden Molkereien so gute Ausbeutezahlen nicht erreicht.

Der Ausbeutesatz für das UF-Molkeverfahren ergibt sich rechnerisch auf der Basis einer Ausbeuteverbesserung von 20% gegenüber dem Separatorverfahren. Die Autoren haben hierbei bewußt einen Maximalwert gewählt, der jedoch in der Praxis nicht in allen Fällen nachvollzogen werden kann, da sich auch nach Aussagen der besuchten Betriebe, die dieses Verfahren anwenden, bei Zusatzmengen von mehr als 15% sehr leicht Probleme bei der Qualität des Produktes einstellen. Da Vorabkalkulationen jedoch ergeben haben, daß dieses Verfahren kostenwirtschaftlich nicht so gut abschneidet, wie dies bisher immer behauptet wurde (vgl. z. B. 16), wollten die Autoren bewußt bei der Ausbeute des UF-Molkeverfahrens an die Grenze des vertretbaren Zusatzes gehen und haben sich deshalb entschieden, einen 20%igen Zusatz an Konzentrat zum Separatorquark in der Kalkulation zu unterstellen.

In der Vordiskussion dieser Arbeit wurde der Ausbeutesatz für die UF-Vollkonzentration von 3,56 kg Magermilch je kg Quark teilweise als unrealistisch bezeichnet. Bei einem Vergleich mit den Zahlen in der Literaturrecherche ergibt sich jedoch, daß unter Berücksichtigung der jeweiligen Spezifikationen dieser Wert ohne weiteres erreicht werden kann. Es soll hier noch einmal ausdrücklich betont werden, daß dieser Wert in der Praxis wirklich festgestellt werden konnte und nur insofern rechnerisch korrigiert wurde, wie dies aus Gründen der Vergleichbarkeit erforderlich war.

Für die Produktion von einheitlich 20 t Quark/Tag ergeben sich somit sehr große Unterschiede beim gesamten Rohstoffverbrauch der jeweiligen Modelle: Während beim Separatorverfahren 95 t Magermilch/Tag zu verarbeiten sind, reichen für dieselbe Produktionsmenge beim Thermoverfahren 83 t und bei der UF-Molke 80 t. Noch einmal deutlich weniger benötigt die UF-Vollkonzentration mit 73 t Magermilch zur Herstellung von einheitlich 20 t Speisequark.

Bei einer Bewertung der Magermilch mit 30 Pf/kg – zur Zeit, d. h. in den Monaten Oktober/November 1987, wird für Magermilch bis zu 40 Pf/kg bezahlt – ergeben sich aus den genannten Rohstoffverbräuchen Rohstoffkosten von 142,6 Pf/kg Separatorquark bzw. 109,7 Pf/kg Quark aus der UF-Vollkonzentration. Diese beachtliche Spannweite von immerhin 33 Pf/kg Quark läßt erahnen, warum es heute auf dem Markt so schwer ist, höhere Preise zu erzielen.

5. Nebenproduktverwertung

Grundsätzlich soll in dieser Arbeit zwar eine Kostenbetrachtung angestellt werden, sie ist jedoch unvollständig, wenn sie nicht ergänzt wird durch eine Betrachtung der Verwertung der jeweils in unterschiedlicher Menge und Qualität anfallenden Nebenprodukte. Um hier zu einer verkürzten Betrachtung zu kommen, sollen die verfahrensbedingt erzielbaren Nebenproduktverwertungen von den entstehenden Verfahrenskosten abgezogen werden. Die Verwertung der Nebenprodukte wird auf der Basis einer Nettoverwertung angegeben, d. h., die erzielten Erlöse für die Produkte sind um die zusätzlich mit dem Handling der Nebenprodukte zusammenhängenden Kosten bereinigt. Der proportionale Nebenprodukthanfall, wie er in Tab. 10 ausgewiesen ist, ergibt sich automatisch aus dem in Tab. 9 diskutierten Rohstoffeinsatz abzüglich eines Kilogramms für das Produkt.

Allein die Bestimmung der Nettoverwertung von Molke beim Separatorverfahren ist ein schwieriges Unterfangen, da sie abhängig ist von den jeweiligen Verwertungsmöglichkeiten des Unternehmens, d. h., die Verwertung sieht anders aus, wenn das Einzugsgebiet einer Molkerei ländlich strukturiert ist und z. B. Schweine gemästet werden gegenüber städtischen Regionen, wo Molke schlecht verfüttert werden kann. Darüber hinaus ist die Verwertung auch abhängig von der Produktionsmenge, und zwar in

zweifacher Hinsicht: Einerseits kann eine Molke zur Verfütterung nur in bestimmten Absatzradien vermarktet werden, so daß die Produktionsmenge hierdurch nach oben limitiert ist. Andererseits kann bei anderen Verwertungen, z. B. der Erzeugung von Molkenpulver oder Milchezucker, das Gegenteil der Fall sein: Hier müssen nämlich bestimmte Mindestmengen erzeugt werden, um überhaupt eine positive Nettoverwertung zu erzielen.

Noch viel schwieriger wird die Situation, wenn nicht nur Molke als Nebenprodukt, sondern wie hier im Verfahrenvergleich zusätzlich Thermomolke anfällt und ein Permeat aus der Ultrafiltration von Molke zu berücksichtigen ist, das wiederum von einer etwas anderen Qualität ist als das Permeat aus der UF-Vollkonzentration. Diese für einen Vergleich außerordentlich schwierige Lage kann in einer Modellrechnung *ex cathedra* zwar gelöst werden, bedeutet jedoch bei einer Übertragung der Modellergebnisse auf einzelbetriebliche Verhältnisse eine relativ große Unsicherheit. Dieses Problem kann relativ einfach gelöst werden, indem für einzelbetriebliche Vergleiche jeweils die individuelle Nettoverwertung der Nebenprodukte eingesetzt wird.

Auf der Basis der in der Tab. 10 angegebenen Faktormengen und Faktorpreise für die jeweiligen Nebenprodukte sowie unter Berücksichtigung von sonstigem Nebenproduktanfall, der insbesondere bei der UF-Vollkonzentration recht große Bedeutung hat, ergeben sich deutlich unterschiedliche Nettoverwertungen für Nebenprodukte zwischen dem Separatorverfahren mit 4,6 Pf/kg Quark und der UF-Vollkonzentration mit 1,2 Pf/kg Speisequark.

Tab. 10: Nebenproduktverwertung bei der Herstellung von Speisequark

	Separator	Thermo-Verfahren	UF-Molke	UF-Vollkonzentration
Proportionaler Nebenproduktanfall (kg/kg Q)	Molke: 3,74	Thermo-Molke: 3,13	Permeat: 2,95	Permeat: 2,56
Nettoverwertung des Nebenprodukts (Pf/kg) (Pf/kg Q)	1,2 4,49	0,5 1,57	0,4 1,18	0,2 0,51
Sonstiger Nebenproduktanfall (Spülmilch) (kg/Tag)	180	180	550	2000
Nettoverwertung der Spülmilch (7,0 Pf/kg) (Pf/kg Q)	0,06	0,06	0,19	0,70
Nettoverwertung aus Nebenprodukten (Pf/kg Q)	4,6	1,6	1,4	1,2

6. Modellkosten

Aus den in Kapiteln 4 und 5 dargestellten Faktoreinsätzen und Nebenproduktverwertungen können durch einfache Addition die systematischen Modellkosten ermittelt werden. Dies geschieht in Tab. 11. Es ist an dieser Stelle noch einmal anzumerken, daß in den nachfolgend genannten Kostensätzen die Abpackung nicht enthalten ist und auch keinerlei abteilungsfremde Fixkosten berücksichtigt wurden. Natürlich gehören auch Vertriebskosten oder sonstige Unternehmenskosten nicht in diese Modellkalkulation. Es ergeben sich für die vier Verfahren folgende Kostensätze:

Separatorverfahren: 146,2 Pf/kg Quark
 Thermoverfahren: 131,8 Pf/kg Quark
 UF-Molke: 136,1 Pf/kg Quark
 UF-Vollkonzentration: 127,4 Pf/kg Quark

Tab. 11: Modellkosten für die Herstellung von Speisequark (Pf/kg Quark)

	Separator	Thermo- Verfahren	UF-Molke	UF-Voll- konzentration
Personalkosten	2,1	2,2	2,6	1,7
Energiekosten	1,6	2,1	4,7	4,8
Bedarfsartikelkosten	0,8	0,9	1,3	1,8
Kosten für Membranen	–	–	1,3	1,7
Anlagekosten	3,7	4,0	8,2	8,9
Rohstoffkosten	142,6	124,2	119,4	109,7
Nebenproduktverwertung	× 4,6	× 1,6	× 1,4	× 1,2
Herstellkosten (Pf/kg Q.)	146,2	131,8	136,1	127,4

Damit verbleibt von der Spanne im Rohstoffeinsatz zwischen dem Separatorverfahren und der UF-Vollkonzentration von 33 Pf/kg Quark nach Abzug der erhöhten Verfahrenskosten – insbesondere im Bereich Anlagen und Energie sowie unter Berücksichtigung unterschiedlicher Nebenproduktverwertungen – eine Kostendifferenz in Höhe von 18 Pf/kg Speisequark. Klammert man das Separatorverfahren, das am längsten im Markt vertreten ist und mittlerweile nicht mehr den neuesten technischen Stand verkörpert, aus der Betrachtung aus, so liegen zwischen dem Thermoverfahren und der UF-Vollkonzentration

Tab. 12: Anteil der Kostenarten an den Herstellkosten (%)

	Separator	Thermo- Verfahren	UF-Molke	UF-Voll- konzentration
Personalkosten	1	2	2	1
Energiekosten	1	2	3	4
Bedarfsartikelkosten	1	1	1	2
Kosten für Membranen	–	–	1	1
Anlagekosten	3	3	6	7
Rohstoffkosten	97	94	88	86
Nebenproduktverwertung	× 3	× 1	× 1	× 1
Herstellkosten (%)	100	100	100	100

tration immerhin noch 4,4 Pf/kg Speisequark. Der gegenüber dem Thermoverfahren niedrigere Rohstoffeinsatz des UF-Molkeverfahrens zahlt sich nicht aus, da der apparative Aufwand um über 8 Pf größer ist als beim Thermoverfahren und so die bei der Ausbeute erzielten Kostenvorteile übertrifft. Die Systemkosten liegen immerhin um 4,3 Pf/kg Quark über den vergleichbaren Kosten des Thermoverfahrens.

Wie aus Tab. 12 hervorgeht, dominieren die Rohstoffkosten die übrigen Kosten: Ihr Anteil liegt beim Separatorverfahren auch unter Einbeziehung der Nebenproduktverwertung bei 94% und sinkt bei der UF-Vollkonzentration auf immer noch bedeutsame 85%. Diese Anteile widersprechen insofern nicht der eingangs genannten Bedeutung der Rohstoffkosten, da die jeweilige Basis – wie beschrieben – unterschiedliche Inhalte hat.

Rechnet man die Kosten für die Membranen mit zu den Anlagekosten, so erreichen sie bei der UF-Vollkonzentration mit 8 Prozentpunkten fast das dreifache Niveau der Anlagekosten des Separatorverfahrens. Auch Energie- und Bedarfsartikelkosten sind bei der UF-Vollkonzentration mit 6 Prozentpunkten gegenüber dem Separatorverfahren mit 2 Prozentpunkten von relativer Bedeutung.

Die Relevanz der aggregierten Kostenartengruppen veranschaulicht Abb. 2 recht plastisch. Die absolute Höhe des Blocks der Anlagekosten wird selbstverständlich maßgeblich von der jeweils erzielten Auslastung der Produktionsabteilungen beeinflusst. Im gegebenen Fall liegt sie zwischen etwa 35% bei der UF-Molke und 44% bei der UF-Vollkonzentration. Variiert man die Produktionsmengen und verändert damit den Auslastungsgrad, so hat dies folgenden Einfluß auf die Wettbewerbsfähigkeit der Verfahren untereinander: Eine steigende Auslastung stärkt die relative Wettbewerbsstellung der Ultrafiltrationsverfahren, während sinkende Auslastungsraten, insbesondere extrem kurze Produktionszeiten, die ökonomische Vorteilhaftigkeit des Separatorverfahrens

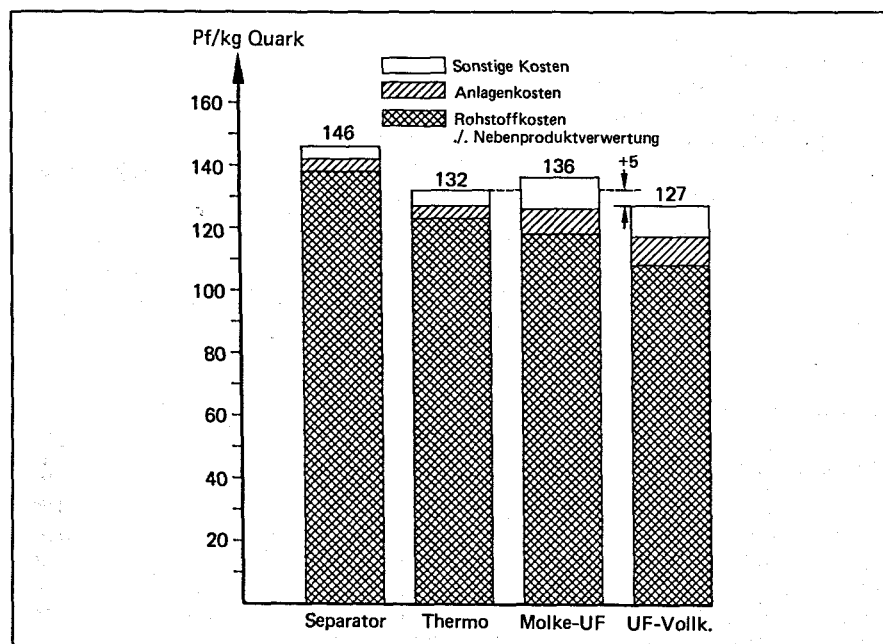


Abb. 2: Bedeutung der Kostengruppen

verbessern. Genauere Angaben, in welchem Umfang dies jeweils der Fall ist, werden in absehbarer Zeit veröffentlicht.

Eine wichtige Variation der Herstellkosten bleibt noch zu erläutern: Dabei ist darzustellen, wie eine Veränderung der Bewertung des Rohstoffeinsatzes sich auf die Herstellkosten auswirkt. Die Antwort wird in der Abb. 3 gegeben, bei der die Preise für die Magermilch von 15 bis 40 Pf/kg variieren. Der Ausgangspunkt für die bisherige Kalkulation war eine Bewertung von 30 Pf/kg Magermilch. Die entsprechenden Differenzen der Herstellkosten sind nochmals eingezeichnet. Sinkt von diesem Punkt ausgehend der Magermilchpreis, so verändert sich die relative Vorteilhaftigkeit der Verfahren zueinander so stark, daß bei ca. 18 Pf ein Schnittpunkt zwischen dem Separatorverfahren und der Ultrafiltration der Molke auftritt. Ein weiterer Schnittpunkt liegt kurz darunter bei etwa 17 Pf zwischen dem Thermoverfahren und der UF-Vollkonzentration. Dies bedeutet mit anderen Worten, daß bei Magermilchpreisen, die unter 17 Pf/kg liegen, das Thermoverfahren kostengünstiger ist als die UF-Vollkonzentration.

Bei Preisen oberhalb von 30 Pf/kg Magermilch ist eine Annäherung der Ultrafiltration von Molke an das Thermoverfahren zu verzeichnen, während sich die Schere zwischen dem Thermoverfahren und der UF-Vollkonzentration weiter öffnet und bei einem Wert von 40 Pf/kg Magermilch zu einer Kostendifferenz von 11 Pf/kg Quark führt.

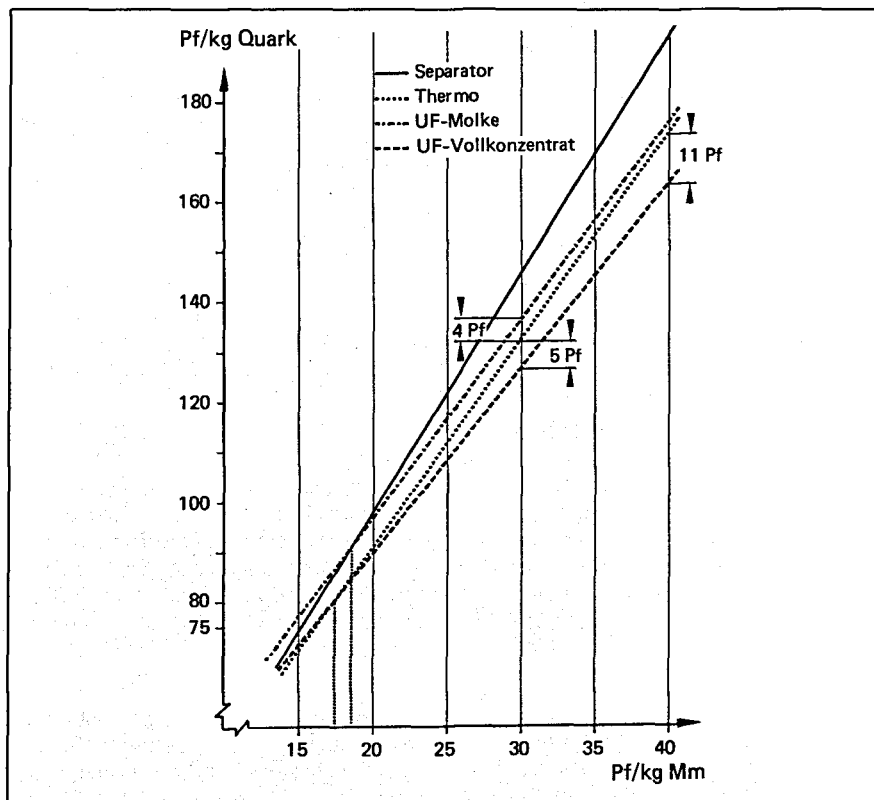


Abb. 3: Herstellkosten von Speisequark (Pf/kg Quark) bei unterschiedlichen Rohstoffwerten

7. Diskussion der Ergebnisse

Zunächst ist zu fragen, inwieweit die Ergebnisse des Verfahrensvergleichs plausibel sind und bisherigen Erfahrungen entsprechen.

Vorausgesetzt werden konnte, daß das Thermoverfahren günstiger ist als das Separatorverfahren. Der Kostenabstand ist mit 14,4 Pf/kg Quark jedoch beträchtlich. Andere Autoren wie z. B. Haisch (3) und Stöckl (16) weisen wesentlich geringere Kostenvorteile aus. Dies ist insbesondere auf unterschiedliche Ausbeutesätze sowie einen nicht vergleichbaren methodischen Ansatz der beiden Autoren zurückzuführen. Die Werte der vorliegenden Untersuchung sind jedenfalls dahingehend zu interpretieren, daß die Kostensituation beim Thermoverfahren die volle Beherrschung des technologischen Prozesses voraussetzt, um zu den Herstellkosten zu gelangen, die hier ausgewiesen wurden.

Am erstaunlichsten ist das Ergebnis der Ultrafiltration von Molke. Obwohl in der Kalkulation mit einem recht hohen Prozentsatz bei der Konzentratzugabe gerechnet wird (20%) und damit die qualitativ vertretbaren Grenzen sicherlich erreicht sind, schneidet dieses Verfahren schlechter ab als das Thermoverfahren. Dies war auf der Basis bisher vorliegender Ergebnisse insbesondere von Stöckl (16) nicht zu erwarten. Sicherlich spielt bei dieser unterschiedlichen Beurteilung neben verschiedenen methodischen Ansätzen auch die mit der Zeit gewachsene Erfahrung mit der Ultrafiltration eine Rolle. So kommt z. B. Haisch (3) ein Jahr später als Stöckl schon zu einer wesentlich vorsichtigeren Bewertung der Herstellung von Speisequark über die Ultrafiltration von Molke; unter Berücksichtigung aller Gegebenheiten läßt Haisch die Frage offen, welches Verfahren das bessere ist. Wichtig erscheint jedoch, daß auch Haisch Qualitätsprobleme eher bei der Ultrafiltration von Molke sieht als beim Thermoverfahren.

Ausführliche Verfahrensvergleiche unter Berücksichtigung der UF-Vollkonzentration liegen bisher nach Kenntnis der Autoren nicht vor, so daß dieser Teil der Ergebnisse nicht mit anderen Arbeiten abgestimmt werden kann. Nach allen bisherigen Erfahrungen scheint es jedoch plausibel zu sein, daß die UF-Vollkonzentration unter den gegebenen Modellannahmen das kostengünstigste Produktionsverfahren darstellt.

Auf der Basis der vorliegenden Ergebnisse wird somit deutlich, daß die einleitende Frage, warum es so schwierig ist, höhere Preise im Markt durchzusetzen, durchaus auf verfahrensbedingte Kostenunterschiede zurückgeführt werden kann, zumal für die Molkereien die Versuchung groß ist, die höheren Fixkosten der UF-Vollkonzentration bei ihren Preisverhandlungen beiseite zu schieben.

Die Arbeit wäre unvollständig, wenn nicht noch die Frage aufgegriffen würde, inwieweit mit den 4 Verfahren überhaupt Produkte produziert werden können, die wirklich vergleichbar und substituierbar sind. Ohne Zweifel sind die Produkte nicht gleich. Und welches Produkt besser ist, kann man nicht ohne weiteres aus der Tatsache ableiten, welches Produkt zuerst da war, denn sicherlich sind größere Produktunterschiede bei einem Vergleich zwischen Separator- und dem traditionellen Sackverfahren festzustellen als bei einem Vergleich zwischen Produkten aus Separator- und UF-Vollkonzentration. Die Unterschiede sind also relativ und je nach Standpunkt mehr oder weniger auffällig.

In einer Schlußbewertung sollten folgende Punkte jedoch nicht unerwähnt bleiben: Zunächst ist ausdrücklich darauf hinzuweisen, daß die Höhe der Kosten nicht allein ausschlaggebend sein darf, welches Verfahren eingesetzt wird. Selbstverständlich müssen auch andere Faktoren wie z. B. Produktionsflexibilität oder Produktqualität berücksichtigt werden. Während die Flexibilität wohl zugunsten von UF-Anlagen spricht – vielfältige Frischkäseproduktionen sind auf ein- und derselben Anlage möglich –, gibt

es z. Z. noch Qualitätsprobleme bei Produkten nach diesem Verfahren und zwar insofern, daß die mechanische Belastbarkeit eines solchen Speisequarks sehr gering ist und er deshalb z. B. von Bäckern kategorisch abgelehnt wird.

Aber sicher sind es nicht nur Bäcker oder andere Großverbrauchergruppen, die bestimmte Anforderungen an das Produkt Speisequark stellen. Die speziellen Anwendungsgebiete zu entdecken, sich zu lösen vom anonymen Massenprodukt und Marken zu schaffen durch geeignete Produkte in definierten Marktsegmenten, bekommt als Zukunftsaufgabe größte Bedeutung, und zwar sowohl zum Nutzen der Verbraucher als auch der Molkereiwirtschaft, die mit entsprechenden Produktstrategien dem Preisdruck des Handels ausweichen könnte.

8. Literaturverzeichnis

- (1) N. N.: Milchwirtschaft will höhere Preise für Speisequark erlösen. Lebensmittel-Zeitung 37 vom 11. September 1987, S. 20
- (2) Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten: Käseverordnung i.d.F. der Bekanntmachung der Neufassung vom 14. 4. 1986. BGBl. I Nr. 15 vom 23. 4. 1986, S. 412
- (3) Haisch, K. H.: Deutsche Molkerei-Zeitung 104 (3) 68-77 (1983)
- (4) Klostermeyer, H., Ballweg-Bönisch, U.: Deutsche Molkerei-Zeitung 106 (6) 160-169 (1985)
- (5) Ott, H.: Deutsche Milchwirtschaft 28 (22) 721-722 (1977)
- (6) Güngerich, C.: Deutsche Milchwirtschaft 32 (14) 498-500 (1981)
- (7) Herbertz, G.: Deutsche Molkerei-Zeitung 103 (31) 1055-1059 (1982)
- (8) Longuet, D., Wietbrauk, H.: Milchwissenschaft 30 (4) 213-220 (1975)
- (9) Wietbrauk, H., Neitzke, A., Longuet, D., Behme, G., Kleinbach, W.: Milchwissenschaft 30 (2) 80-84 (1975)
- (10) Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten: Daten-Analysen – Struktur der Molkereiwirtschaft. Bonn, 1987, S. 67-68
- (11) Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle für Erzeugnisse der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft GmbH, Bonn: ZMP-Bilanz Milch '86, 40 (1987)
- (12) Bäurle, H. W., Walenta, W., Kessler, H. G.: Deutsche Molkerei-Zeitung 105 (12) 356-363 (1984)
- (13) Herbertz, G.: Deutsche Molkerei-Zeitung 106 (36) 1180-1199 (1985)
- (14) Dolle, E.: Deutsche Molkerei-Zeitung 98 (23) 730-735 (1977)
- (15) Dolle, E.: Erkenntnisse über das Thermo-Speisequark-Verfahren. Vortrag auf der Informationstagung für Fachberater in der Milchwirtschaft, Kiel, 1981.
- (16) Stöckl, J. P.: Die Molkerei-Zeitung Welt der Milch 36 (19) 552-558 (1982)
- (17) Knüpfer, H.: Die Molkerei-Zeitung Welt der Milch 36 (19) 559-562 (1982)
- (18) Damerow, G.: Erfahrungen mit der Quarkherstellung unter Anwendung der Ultrafiltration. Vortrag auf der Informationstagung für Fachberater in der Milchwirtschaft, Kiel, 1983.
- (19) Prokopek, D.: Deutsche Milchwirtschaft 35 (13) 435-442 (1984)
- (20) N. N.: Deutsche Milchwirtschaft 35 (30) 1108-1109 (1984)
- (21) Lehmann, H., Dolle, E., Bücker, H.: Prozeßlinien zur Herstellung von Frischkäse. Oelde (1985)
- (22) Kessler, H. G., Kulozik, U.: Internationale Zeitschrift für Lebensmitteltechnologie und Verfahrenstechnik 37 (7) 452-458 (1986)
- (23) Röckseisen, A.: Deutsche Milchwirtschaft 38 (15) 455-457 (1987)
- (24) Rohse, E.: Deutsche Molkerei-Zeitung 96 (30) 988-990 (1975)
- (25) N. N.: Deutsche Molkerei-Zeitung 108 (25) 810-812 (1987)

9. Zusammenfassung

Wietbrauk, H., Krell, E., Longuet, D.: **Kosten unterschiedlicher Verfahren der Speisequarkherstellung.** Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte 39 (4) 237-263 (1987).

59 Speisequark (Herstellungskosten)

Es werden die Kosten für die Herstellung von Speisequark mit Hilfe von Simulationsrechnungen für vier verfahrensbedingt unterschiedlich ausgestattete Modellabteilungen analysiert. Untersucht werden die Verfahren: Separator, Thermo-Verfahren, Separator + Ultrafiltration der Molke sowie Vollkonzentration durch Ultrafiltration. In der genannten

Reihenfolge sind die Verfahren auch zeitlich zur Marktreife entwickelt worden, wobei die Vollkonzentration durch Ultrafiltration sich erst in den letzten zwei Jahren auf dem Markt etabliert hat. Wichtigster Grund für die Entwicklung neuerer Verfahren zur Speisequarkherstellung – hierbei ist auch die Einführung des Separatorverfahrens Anfang der 60er Jahre ausdrücklich einzubeziehen – ist die Verbesserung der Ausbeute, was gleichzusetzen ist mit einer Minimierung des Faktoreinsatzes für die weitaus bedeutendste Kostenart, nämlich den Rohstoff.

Die Reduzierung des Rohstoffeinsatzes wird erkauft durch einen zusätzlichen Einsatz an Technik, wobei das Separator- bzw. Thermoverfahren mit 1,8 bzw. 2,0 Mio. DM Investitionssumme die gleiche Größenordnung haben und damit nur etwa halb so viel Kapital erfordern wie die beiden Ultrafiltrationsverfahren, deren Investitionssummen im Modell 3,5 bzw. 3,6 Mio. DM betragen. Die genannten Investitionssummen beziehen sich lediglich auf die Herstellung von Speisequark ohne Berücksichtigung der Abpackung und sind auf eine Tageskapazität von 20 t bei einer Stundenleistung von 2500 kg (3000 kg bei UF-Molke) ausgelegt.

Für den Verfahrensvergleich werden folgende Standards in den Inhaltsstoffen zugrunde gelegt: Der Eiweißgehalt der Kesselmilch beträgt 3,49% und der Speisequark hat eine Trockenmasse von 18,1%. Unter diesen Voraussetzungen ergeben sich spezifische Rohstoffverbräuche von 4,74 kg Mm/kg Quark beim Separatorverfahren, 4,13 beim Thermo-Verfahren, 3,95 bei UF-Molke und 3,56 bei UF-Vollkonzentration. Die Modellkosten der Verfahren belaufen sich somit auf 146 bzw. 132 bzw. 136 bzw. 127 Pf/kg Quark.

Den deutlichen Kostenvorteilen der UF-Vollkonzentration steht ein Qualitätsnachteil gegenüber, der darin zu sehen ist, daß bisher die mechanische Belastbarkeit des Speisequarks aus Ultrafiltration sehr gering ist, und er deshalb z. B. bei Großverbrauchern abgelehnt wird.

Summary

Wietbrauk, H., Krell, E., Longuet, D.: **Costs of different methods used in quarg production.** Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte 39 (4) 237–263 (1987)

59 Quarg (production costs)

The costs for the production of quarg arising in 4 model departments with different equipment depending on the method used have been analysed using simulation calculations. The methods used were: separator, thermo-process, separator + ultrafiltration of whey as well as full concentration by ultrafiltration. This is also the chronological order in which the methods have been developed to a degree they comply with market conditions, complete concentration by ultrafiltration having won the market only in the last 2 years. The main reason for developing new methods for the production of quarg – and here one has also expressly to include the introduction of the separator method at the beginning of the 1960's – is to improve the yield, which means minimization of the most important cost factor, namely raw material.

Reduction of the quantity of raw material used is achieved by additional technology, the separator or thermo-process being of the same order of magnitude (1.8 and 2.0 million DM of capital expenditure, respectively) and require, therefore, only about half the capital than both ultrafiltration methods (in the model 3.5 and 3.6 million DM, respectively). The stated capital expenditure refers only to the production of quarg without packaging and is based on a daily capacity of 20 t, the output being 2.500 kg/h (3.000 kg with UF whey).

With a uniform protein content of 3.49% in vat milk and a DM content in quarg of 18.1% the following production costs (Pf/kg quarg) have been calculated: 146 (separator method), 132 (thermo-process), 136 (UF whey), 127 (UF complete concentration).

The distinct cost advantage of UF complete concentration is associated with a disadvantage as to quality in that, the degree of max. mechanical stress of quarg from ultrafiltration is very low so far and is, therefore, not accepted e.g. by the large-scale consumer.

Résumé

Wietbrauk, H., Krell, E., Longuet, D.: **Coûts de différentes méthodes de la production de caillebotte.** Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte **39** (4) 237–263 (1987)

59 Caillebotte (coûts de production)

On a analysé, à l'aide de calculations de simulation, les frais de la production de caillebotte surgissant dans 4 départements types avec équipement différent selon la méthode utilisée (méthode séparateur, thermique, séparateur + ultrafiltration du sérum ainsi que la concentration complète par ultrafiltration). Ceci est également l'ordre chronologique dans lequel elles ont été développées de façon qu'elles répondent aux conditions du marché, la concentration complète par ultrafiltration s'étant établie sur le marché au cours des deux dernières années seulement. La raison principale du développement de nouvelles méthodes pour la production de caillebotte – ici il faut aussi expressément inclure l'introduction de la méthode de séparation au début des années soixante – est l'amélioration du rendement ce qui signifie minimisation du facteur de production pour la catégorie de coûts qui est de loin la plus importante, à savoir les matières premières.

Une réduction de la mise en œuvre de matières premières est atteinte à l'aide de l'emploi additionnel de la technique, la méthode séparateur ou bien thermique étant du même ordre de grandeur (1.8 respectivement 2.0 millions de DM de frais inhérents aux investissements) et exigent donc seulement à peu près la moitié du capital que les deux procédés UF (3.5 respectivement 3.6 millions de DM de montant des investissements dans le modèle). Les montants d'investissements susmentionnés se réfèrent seulement à la production de caillebotte sans prendre l'emballage en considération et sont basés sur une capacité quotidienne de 20 tonnes, le débit horaire étant de 2.500 kg (3.000 kg avec du sérum UF).

Avec une teneur uniforme de protéine de 3.49% dans le lait de cuve et une teneur en MS de 18.1% dans la caillebotte on a calculé les frais de production (pf/kg de caillebotte) comme suit: 146 (méthode séparateur), 132 (procédé thermique), 136 (sérum UF), 127 (concentration complète UF).

L'avantage distinct de coûts que possède la concentration complète UF est associé avec un désavantage concernant la qualité, car la limite de charge mécanique de la caillebotte obtenue par ultrafiltration est très basse jusqu'à présent ce qui n'est pas accepté par exemple par le grand consommateur.